

UNIVERSITÉ DE NANCY - FACULTÉ DES SCIENCES

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE NANCY

POUR OBTENIR

le Grade de Docteur de l'Université de Nancy

MENTION SCIENCES

PAR

William Phelps ALLIS



1^{re} THÈSE : Etude expérimentale d'un résonateur fermé.

2^e THÈSE : Proposition donnée par la Faculté.

soutenues le 21 novembre 1924 devant la Commission d'examen

Président	MM. GUTTON
Examineurs	{ DARMOIS
	{ CROZE

NANCY

SOCIÉTÉ D'IMPRESSIONS TYPOGRAPHIQUES

4 et 6, Rue de la Croix-de-Bourgogne

1924

UNIVERSITÉ DE NANCY - FACULTÉ DES SCIENCES

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE NANCY

POUR OBTENIR

le Grade de Docteur de l'Université de Nancy

MENTION SCIENCES

PAR

William Phelps ALLIS



1^{re} THÈSE : Etude expérimentale d'un résonateur fermé.

2^e THÈSE : Proposition donnée par la Faculté.

soutenues le 21 novembre 1924 devant la Commission d'examen

Président	MM. GUTTON
Examineurs	{ DARMOIS
	{ CROZE

NANCY

SOCIÉTÉ D'IMPRESSIONS TYPOGRAPHIQUES

4 et 6, Rue de la Croix-de-Bourgogne

1924

Université de Nancy = Faculté des Sciences

Doyen: M. PETIT

Assesseur: M. GAIN

Professeurs honoraires: MM. HALLER, BLONDLOT,
CARTAN, BLAISE, LE MONNIER, THOULET,
MULLER, GUYOT.

Chargé de cours honoraire: M. MILLOT

Professeurs:

MM. PETIT	Chimie agricole.
VOGT	Mathématiques appliquées.
GUNTZ	Chimie minérale.
CUÉNOT.....	Zoologie.
GAIN	Botanique.
GUTTON	Physique.
HUSSON	Mécanique rationnelle.
MAUDUIT	Electrotechnique.
LEAU	Calcul différentiel et intégral.
BOURION	Chimie physique et Electro- chimie.
DARMOIS (E.).....	Physique.
VAVON	Chimie organique.
TRAVERS	Chimie industrielle.
LONGCHAMBON ...	Minéralogie.
FALLOT	Géologie.
COURTOT	Chimie appliquée à la teinture.
DARMOIS (G.).....	Analyse supérieure.
BOUIN	Zoologie appliquée.
GRUMBACH	Physique.
CROZE	Physique.

Chargés de Cours:

MM. JOLY	Géologie de Lorraine.
CORNUBERT	Chimie.

Maîtres de Conférences:

MM. MENTRÉ	Mécanique appliquée.
RAYBAUD	Botanique.

Secrétaire: M. BERTRAND



A MONSIEUR LE PROFESSEUR CAMILLE GUTTON



Digitized by the Internet Archive
in 2026

PREMIÈRE THÈSE

Etude expérimentale d'un résonateur fermé

AVANT-PROPOS

Les expériences dont je présente ici les résultats m'ont été suggérées par M. le Professeur Gutton et exécutées sous sa direction.

Je tiens à remercier tout particulièrement M. le Professeur Gutton pour ses conseils, qui m'ont guidé dans ce travail, ainsi que pour l'aide qu'il m'a toujours offert et auquel j'ai souvent eu recours.

Qu'il me soit permis d'assurer de mon meilleur souvenir M. le Doyen Petit, ainsi que tous les Professeurs de la Faculté des Sciences.

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE D'UN RÉSONATEUR FERMÉ

OBJET DES EXPÉRIENCES

On peut mesurer l'indice de réfraction n et le coefficient d'absorption α d'un liquide pour des ondes électromagnétiques, et en particulier étudier la variation de ces quantités avec la fréquence, en étudiant la longueur d'onde λ et le décrétement δ des oscillations libres d'un résonateur, d'abord dans l'air, puis quand il est plongé dans le liquide. Nous entendrons toujours par longueur d'onde la longueur

$$\lambda = T \times 3 \times 10^{10} \text{ c/m}$$

de l'onde dans l'air. L'indice de réfraction est égal au rapport des longueurs d'ondes

$$n = \frac{\lambda_L}{\lambda_A}$$

On obtient l'absorption en décomposant le décrétement total δ en trois composantes indépendantes: δ_J dû à l'effet Joule dans les conducteurs du résonateur, δ_H dû au rayonnement et $\frac{\lambda}{n^2} \alpha$ dû à l'absorption dans le milieu. δ_J se déduit de la résistance des fils du résonateur mesurée en courant continu, mais $\frac{\lambda}{n^2} \alpha$ ne peut se séparer de δ_H qu'après l'étude

de la variation de ce dernier dans un milieu non absorbant. Nous nous sommes proposés de faire cette étude pour un résonateur fermé dont la self était constante et dont la capacité du condensateur pouvait être modifiée.

La longueur d'onde λ et le décrément δ s'obtiennent par l'étude des oscillations forcées produites en couplant de résonateur très faiblement à un oscillateur à lampe. L'amplitude des oscillations induites est mesurée au moyen d'un électromètre relié aux armatures du condensateur; et la longueur d'onde est mesurée sur une ligne de deux fils fermée par un pont mobile. On mesure la déviation de l'électromètre et la longueur d'onde pour une série d'oscillations voisines de l'accord. On peut alors tracer la courbe de résonance et en déduire les valeurs de λ et δ .

Cette méthode de mesurer le décrément fut employée pour la première fois par Bjerknes (1), en 1895, mais en excitant le résonateur par un oscillateur à étincelle, donc par des ondes amorties dont il était nécessaire de mesurer le décrément. S. Lagergren (2) a employé cette méthode pour étudier la variation de δH et a indiqué une proportionnalité à $\lambda^{-3/2}$.

De l'emploi d'oscillations entretenues, il résulte une simplification considérable dans les mesures et, par conséquent, une précision beaucoup plus grande.

(1) V. Bjerknes, Wied. Ann., 55, p. 121, 1895.

(2) S. Lagergren, Wied. Ann., 64, p. 290, 1898.

DESCRIPTION DES APPAREILS

Résonateur.

Le résonateur est un carré de 10 c/m de côté, en fil de cuivre de 0 c/m 37 de diamètre. Au milieu de l'un des côtés, est intercalé un condensateur, dont les armatures sont des plaques carrées de 4 c/m 8 de côté. Une tige de verre, contre les extrémités duquel s'appuient les fils latéraux du résonateur, maintient ces plaques à l'écartement voulu. On modifie la capacité du condensateur en remplaçant cette tige par une autre de longueur différente. Aux armatures du condensateur sont soudés des fils de cuivre de 1 m/m de diamètre et 2 c/m de longueur. Ces fils passent par deux trous, séparés de 2 c/m, dans une plaque de verre, et y sont soudés par du mastic de Golaz. La plaque de verre sert de couvercle à un vase de verre mesurant $15 \times 10 \times 10$ c/m, dans lequel le résonateur est suspendu, dans le plan diagonal, par les deux fils de cuivre. Les extrémités de ces fils dépassent le couvercle d'un demi-centimètre et, autour de ces extrémités, sont soudés des morceaux de tube de verre de 8 m/m de haut, formant ainsi deux petits godets dans lesquels plongent les extrémités de ces fils. Ces godets sont remplis de mercure.

Le fil du résonnateur avait une self-induction calculée d'après la formule (1)

$$L = 2 l \left(\log. \text{nat. } \frac{l}{\rho} - 2,160 \right)$$

de 270 unités absolues électromagnétiques. La capacité variable

$$C = \lambda^2 / 4 \pi^2 c^2 L$$

était comprise entre $0,621 \times 10^{-20}$ et $6,34 \times 10^{-20}$ unités électromagnétiques. La résistance entre les plaques, mesurée en courant continu, était de 645.000 unités électromagnétiques.

Electromètre.

Une aiguille d'aluminium suspendue par un fil de quartz entre deux petits plateaux de cuivre d'un demi-centimètre carré de surface et écartés de 2 c/m, sert d'électromètre. La face inférieure de la boîte de cet électromètre comporte une rainure dans laquelle dépassent les extrémités inférieures des tiges servant de support aux plateaux.

Ces tiges sont isolées du bois dont est fait la boîte par des bouchons d'ébonite. En posant l'électromètre sur la plaque de verre les extrémités des tiges viennent plonger dans les godets de mercure et les plateaux sont ainsi mis en communication électrique avec les armatures du condensateur.

Lorsque le résonateur oscille l'aiguille dévie, et la déviation est mesurée au moyen d'un petit miroir fixé à l'aiguille. On gradue l'électromètre en le comparant, pour la fréquence 50, à un voltmètre. Une déviation de 10 c/m sur une échelle à 150 c/m correspondait à 33,9 volts.

(1) S. Lagergren, l. c.

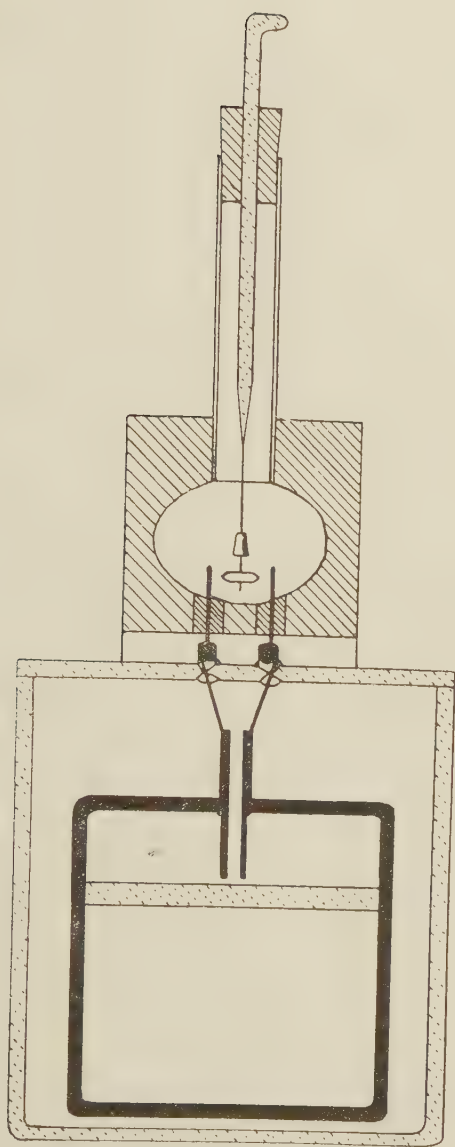
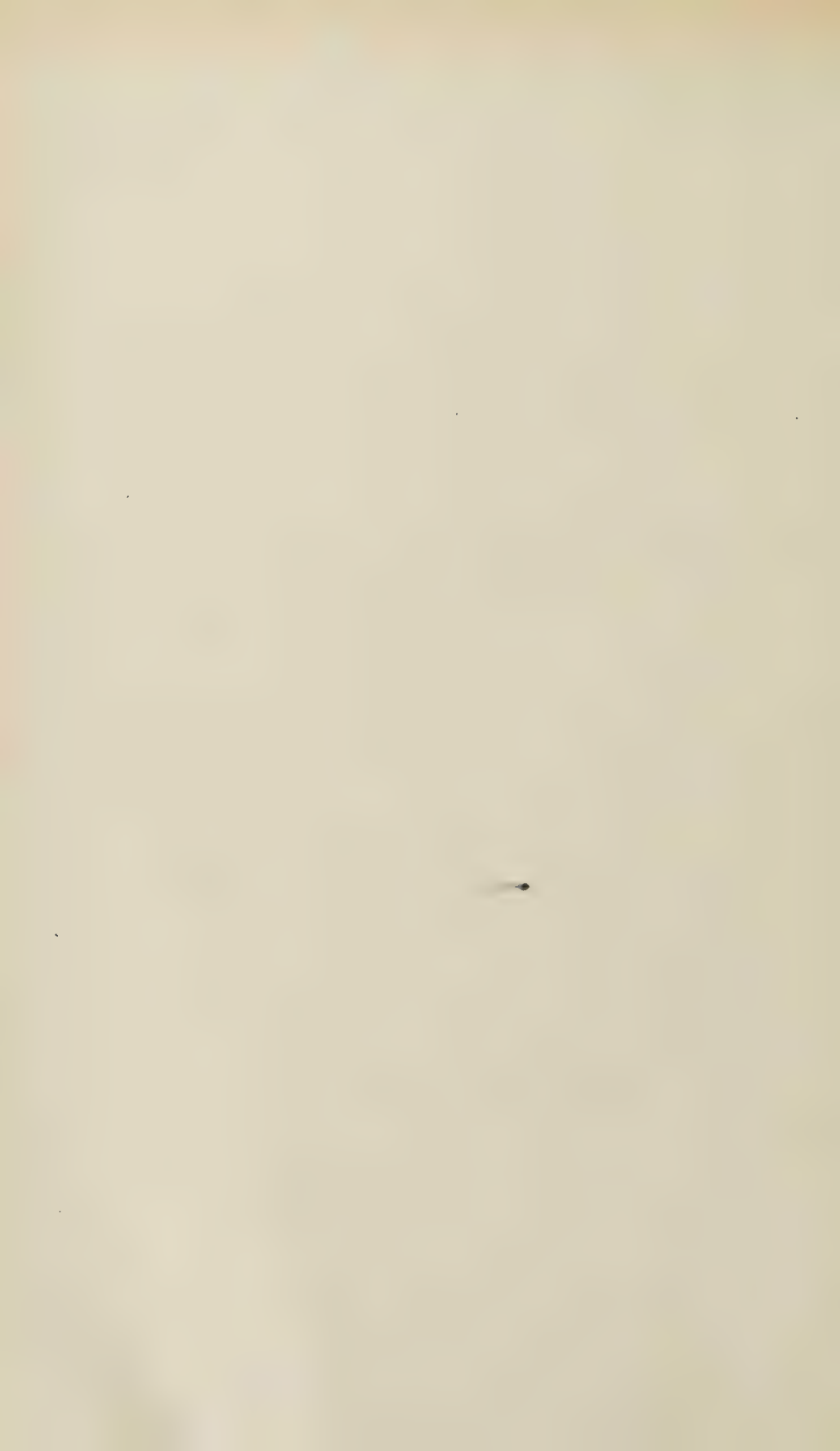


Figure 1
Résonateur et Electromètre



Pour avoir une idée de la capacité de l'électromètre, nous avons cherché la longueur d'onde du même résonateur avec et sans électromètre. On constatait l'accord en observant la réaction sur l'oscillateur. Cette capacité a été trouvée égale à $0,062 \times 10^{-20}$ unités, soit moins de 10 % de la plus petite capacité utilisée sur le résonateur.

Oscillateur.

L'oscillateur, du modèle décrit par MM. Gutton et Touly (1), est construit de telle sorte que sa période est voisine de celle du résonateur. Pour permettre de petites variations de part et d'autre de l'accord, on intercale sur le circuit de plaque un ensemble de deux tubes parallèles en verre, au fond desquelles sont soudées des électrodes. Ces tubes sont remplis de mercure et dans chacun glisse une branche d'un fil recourbé en forme d'U.

Si les circuits sont bien réglés, et que l'oscillateur n'est pas dans le voisinage d'autres circuits, l'amplitude des oscillations ne dépend pas de la position de ce fil. Pour éviter de s'approcher de l'oscillateur pendant les mesures, ce qui modifierait la période et l'amplitude de ses oscillations, on règle le fil en U au moyen d'une ficelle et on observe l'ampèremètre par un télescope.

Ligne.

La longueur d'onde est mesurée sur une ligne, formée de deux fils parallèles de cuivre de 1 m/m de diamètre et écartés

(1) Gutton et Touly, Comptes Rendus, t. 168, p. 271, 1910.

de 2 c/m. Cette ligne est fermée à une extrémité par une soudure thermo-électrique, les deux autres bornes de celle-ci étant reliées à un galvanomètre. L'autre extrémité de la ligne est fermée par un pont mobile, constitué par une plaque de cuivre de $9 \times 10,5$ c/m percée de deux trous de diamètre juste suffisant pour permettre le passage des fils de la ligne (1). Ce pont est attaché au chariot d'une machine à diviser, ce qui permet de le déplacer lentement et de mesurer ces déplacements au centième de millimètre près.

Comme les extrémités de la ligne ne sont pas des réflecteurs parfaits, la distance entre l'origine et le pont à la résonance est plus petite que la demi-longueur d'onde de l'oscillation. La correction à ajouter se trouve en cherchant d'abord plusieurs internœuds successifs. La distance entre deux positions de résonance mesure la vraie demi-longueur d'onde, et la différence entre celle-ci et la distance de la première position de résonance à l'extrémité est la correction à ajouter dans la suite. Elle est sensiblement indépendante de la longueur d'onde, entre les limites très voisines qui correspondent au tracé d'une courbe de résonance.

(1) G. Laville. — Thèse de doctorat, Nancy 1924. Ann. de physique, sept.-oct. 1924.

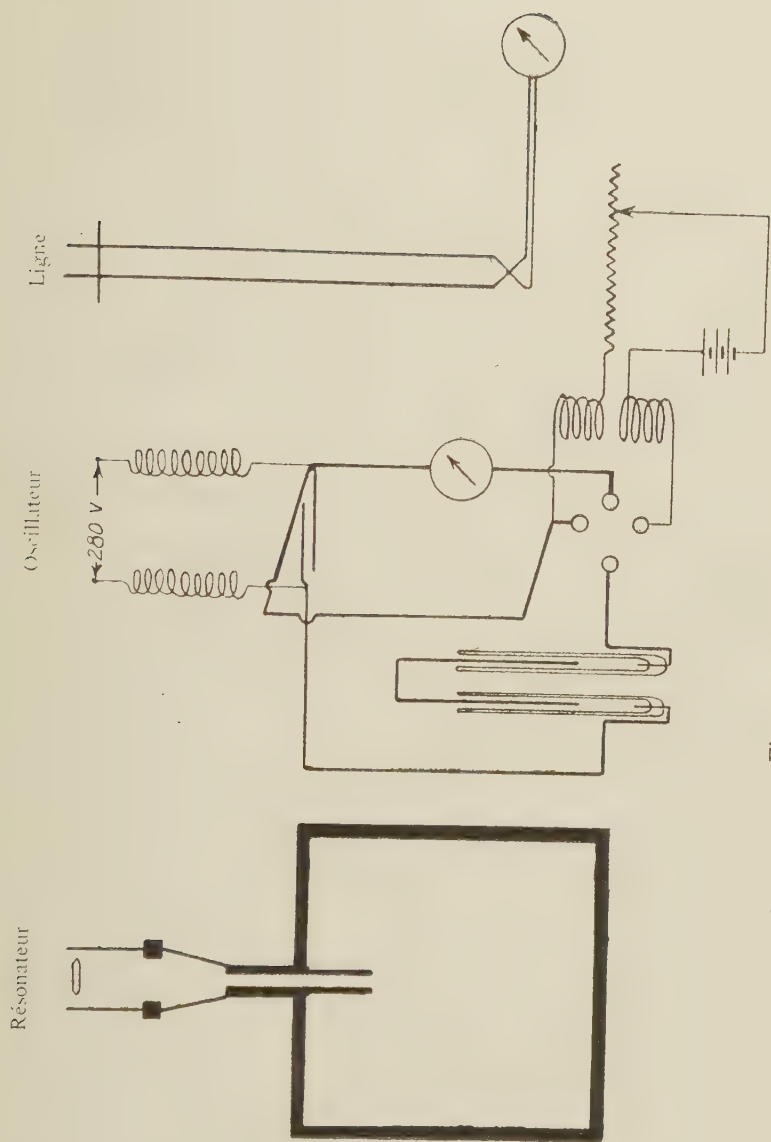


Figure 2 - Schéma des appareils

PROCÉDÉ DE MESURE

L'oscillateur est couplé très faiblement avec le résonateur. La distance des fils les plus rapprochés des deux circuits oscillants était généralement de 30 c/m et, sauf dans les cas de liquides absorbants, toujours supérieure à 16 c/m. L'induction mutuelle M est, sauf dans le cas exceptionnel signalé ci-dessus, restée comprise entre 0,4 et 1,4 unité, soit inférieure à 0,5 % de la self du résonateur. Lorsque l'oscillateur fonctionne l'électromètre dévie et cette déviation passe par un maximum bien marqué pour une certaine position du fil en U. Si l'on observe l'ampèremètre de l'oscillateur, on remarque que son indication passe par un minimum pour la même position de ce fil. Cette réaction du résonateur sur l'oscillateur dépend surtout de la stabilité de celui-ci. Il est donc nécessaire de n'employer que des oscillateurs très stables. On ne peut donc pas les régler pour le maximum d'intensité près de la limite d'entretien. La diminution d'intensité du courant de haute fréquence lors du passage par l'accord avec le résonateur était, en moyenne, de 5 % du courant total, et ne dépassait jamais 15 % de celui-ci, exception faite des cas de liquides absorbants. On modifie le chauffage de la lampe avant chaque mesure afin d'opérer à courant constant.

L'oscillateur agit d'autre part sur la ligne, près de son extrémité fixe. Quand le pont mobile est voisin de la posi-

tion de résonance, le galvanomètre relié à la soudure thermo-électrique dévie, et la déviation maxima correspond à l'accord. La détermination de la position du pont qui donne cette déviation étant peu précise, et le système résonateur-oscillateur - ligne de trois circuits accordés étant peu stable, on détermine plutôt deux positions du pont de part et d'autre du maximum pour lesquelles la déviation du galvanomètre est la même. La moyenne entre ces deux positions est la position de résonance et la distance de ce point à l'extrémité de la ligne, plus la correction, est la demi-longueur d'onde de l'oscillation.

On obtient de cette façon, pour une série de positions du fil en U, la demi-longueur d'onde et la déviation de l'électromètre. En se servant de la courbe de graduation de l'électromètre on obtient, pour chaque mesure, l'inverse du carré moyen de la différence de potentiel entre les plaques $2/V^2$. On porte les demi-longueurs d'ondes en abscisses et $2/V^2$ en ordonnées, et on relie les points obtenus par une courbe uniforme. Si cette courbe n'est pas voisine d'une parabole (1) les mesures doivent être rejetées. Si elle est très voisine d'une parabole, on mesure l'ordonnée du sommet et on cherche les points d'ordonnée double. Les abscisses $\lambda_1/2$ et $\lambda_2/2$ de ces points suffisent à déterminer la longueur d'onde de résonance λ_r et le décrément δ .

(1) Voir G. Laville, loc. cit.

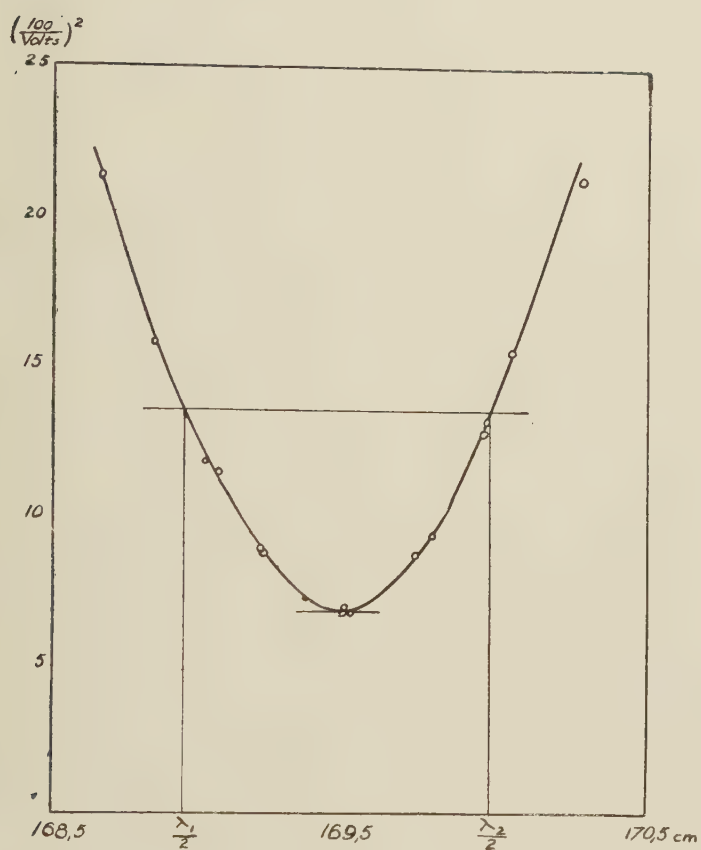


Figure 3

Courbe de $\frac{2}{V^2}$ au voisinage de l'accord

THÉORIE

Considérons un circuit à laquelle la formule de Thomson soit applicable, constitué par une self d'induction L et de résistance R et un condensateur de capacité C . Soit k la constante diélectrique et g la conductivité du milieu. La conductance entre les armatures du condensateur est

$$G = 4 \pi c^2 Cg.$$

L'effet de la conductibilité du milieu est la même qu'une résistance $1/G$ en dérivation sur le condensateur. Supposons les courants uniformes le long du circuit et négligeons pour l'instant le rayonnement. En écrivant les équations pour un circuit oscillant qui comprend: une self L de résistance R , une capacité C , et une résistance $1/G$, entre les plaques du condensateur, on trouve l'équation différentielle

$$\frac{d^2v}{dt^2} + 2(\alpha + \beta) \frac{dv}{dt} + (\omega^2 + 4\alpha\beta) v = \omega^2 e$$

dans laquelle v est la différence de potentiel entre les armatures du condensateur et e une force électromotrice induite dans la self. On a posé pour abréger :

$$\omega = 1/\sqrt{kCL}$$

$$\alpha = R/2L$$

$$\beta = G/2kC.$$

L'énergie rayonnée, comme l'énergie dissipée par l'effet Joule, est proportionnelle au carré du courant. Comme nous ne considérons que des cas où la conductivité du milieu est petite, nous pouvons prendre l'énergie rayonnée comme proportionnelle au carré du courant dans la self. L'effet du rayonnement est alors équivalent à une augmentation de la résistance R et l'équation différentielle est encore vraie à condition d'entendre par α une somme $\alpha_J + \alpha_H$ où maintenant

$$\alpha_J = R/2L$$

et α_H dépend uniquement du rayonnement.

Si $e = 0$, la solution de l'équation différentielle est une oscillation amortie de pulsation $\omega^2 + 4\alpha\beta$ et d'amortissement $\alpha + \beta$.

Si e est la force électromotrice induite par un courant $i = A \sin at$, dans un circuit voisin, dont l'induction mutuelle avec la self du résonateur est M ; on aura

$$e = AMa \cos at$$

et à la solution précédente il faut ajouter une oscillation

$$v = V \sin (at + \varphi)$$

où
$$V = \frac{AM \omega^2}{2(\alpha + \beta)} \cos \varphi =$$

$$\frac{AM \omega^2}{\sqrt{4(\alpha + \beta)^2 + \left(\frac{a^2 - \omega^2 - 4\alpha\beta}{a} \right)^2}}$$

Comme les oscillations amorties ont disparu bien avant que l'électromètre ait dévié, c'est seulement cette dernière solution qui nous intéresse. On peut écrire :

$$\left(\frac{AM \omega^2}{V} \right)^2 = 4 (\alpha + \beta)^2 + \left(\frac{a^2 - \omega^2 - 4 \alpha \beta}{a} \right)^2$$

$1/V^2$ est minimum à la résonance

$$a_r = \omega^2 + 4 \alpha \beta$$

et alors

$$AM \omega^2/V_r = 2 (\alpha + \beta).$$

Pour l'ordonnée double $1/V^2 = 2/V_r^2$ on a

$$4 (\alpha + \beta)^2 = \left(\frac{a^2 - \omega^2 - 4 \alpha \beta}{a} \right)^2$$

Les racines positives de cette équation sont :

$$\begin{aligned} a_1 &= \sqrt{a_r^2 + (\alpha + \beta)^2} + (\alpha + \beta) \\ a_2 &= \sqrt{a_r^2 + (\alpha + \beta)^2} - (\alpha + \beta) \end{aligned}$$

d'où

$$a_r = a_1 a_2$$

$$2 (\alpha + \beta) = a_1 - a_2$$

c'est-à-dire

$$\lambda_r = \lambda_1 \lambda_2$$

$$\alpha + \beta = \pi c \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\lambda_r}$$

Le décrement logarithmique des oscillations libres est

$$\delta = (\alpha_J + \alpha_H + \beta) \frac{\lambda_r}{c} = \pi \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\lambda_r}$$

où

$$\alpha_J \frac{\lambda_r}{c} = \delta_J$$

est le décrement dû à l'effet Joule,

$$\alpha_H \frac{\lambda_1}{c} = \delta_H$$

est le décrément dû au rayonnement, et

$$\beta \frac{\lambda_r}{c} = 2 \pi \operatorname{cg} \lambda_r/k = \frac{\lambda_r}{k} \alpha$$

est celui dû à la conductivité du milieu. α est le coefficient d'absorption du milieu.

Si on néglige $4 \alpha \beta$ vis-à-vis de ω^2 l'équation de la courbe de résonance peut s'écrire :

$$\left(\frac{\pi A M \omega}{V} \right)^2 = \delta^2 + \pi^2 \left(1 + \frac{\lambda_r}{\lambda} \right)^2 (\lambda_r - \lambda)^2$$

et sous cette forme on voit que, pour des valeurs de λ très voisines de λ_r la courbe de $1/V^2$ contre λ est une parabole. C'est la courbe que l'on trace expérimentalement, et de laquelle on tire λ_1 et λ_2 . On a alors

$$\delta = \pi \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\sqrt{\lambda_2 \lambda_1}}$$

et

$$M = \frac{V_r}{A} \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2 \pi c}$$

D'autre part la formule de Lord Rayleigh relative à l'effet pelliculaire donne la résistance ohmique en haute fréquence

$$R_n = \sqrt{\pi \mu l R_0 N} = 15,85 \times 10^8 \sqrt{\lambda}$$

et le décrément correspondant

$$\delta_J = \frac{\sqrt{\pi \mu l R_0 T}}{2L} = 0,000095 \sqrt{\lambda}$$

On connaît donc

$$\delta_H + \frac{\lambda_r}{k} \alpha = \delta - \delta_J.$$

RÉSULTATS

Mesures dans l'air.

On ne peut pas séparer l'amortissement dû au rayonnement de celui qui vient de l'absorption. Pour connaître le premier, il faut que le second soit nul. Pour que cette condition soit satisfaite, il n'est pas suffisant que le résonateur soit dans l'air. Il faut en outre qu'il ne soit en contact avec aucun corps absorbant. Un peu de silicate de potassium servant à souder les fils du résonateur dans les trous du couvercle en verre produit une absorption considérable. Il en est de même de petites cales en verre introduites entre les plaques du condensateur pour permettre de les rapprocher sans qu'elles se touchent. La tige en verre entre les fils latéraux du résonateur, ainsi que le bocal en verre, n'étaient pas dans un champ assez intense pour que leurs absorptions produisent un effet appréciable.

Les mesures données dans le tableau suivant furent faites sans mettre aucun corps en contact avec les plaques et en soudant les fils au verre par du mastic de Golaz.

λ	δJ	δH
243,4 c/m	0,0016	0,0240
302,5	0,0017	0,0141
461,8	0,0021	0,0053
555,5	0,0023	0,0035

En portant $\log \delta_H$ contre $\log \lambda$ les points obtenus tombent sur la ligne droite

$$2,35 \log \lambda + \log \delta_H = 3,985$$

ce qui indique la loi (1)

$$\delta_H \lambda^{2,35} = 9650$$

Des mesures avec deux fils en verre d'environ un quart de millimètre de diamètre entre les armatures du conducteur ont donné

$$\lambda = 779,4 \text{ c/m}$$

$$\delta - \delta_J = 0,0020$$

$$\text{Tandis que } 9650 \lambda^{-2,35} = 0,0016$$

L'absorption dans les fils en verre produisait donc un décré-
mént de 0,0004. Des lames de verre ou de mica entre les
armatures produisaient des décréments bien plus considé-
rables. Les mesures suivantes mettent en évidence l'absorp-
tion dans le silicate employé pour souder les fils au verre :

Avec beaucoup de silicate.	$\lambda = 618,7 \text{ c/m}$	$\delta - \delta_J = 0,0058$
Avec moins de silicate...	$= 608,9$	$= 0,0051$
Avec du mastic de Golaz.	$= 555,5$	$= 0,0035$
Avec du silicate.....	$= 242,2$	$= 0,0273$
Avec du mastic.....	$= 242,4$	$= 0,0240$

Des expériences faites pour déterminer l'effet du couplage
oscillateur-résonateur n'ont montré aucune influence sur le

(1) Nous avons indiqué ailleurs (Allis, Comptes Rendus 179, p. 677, 1024) la loi $\delta_H \lambda^2 = 1180$, mais des mesures faites depuis ont montré que cette loi n'est pas tout à fait exacte. L'erreur provenait de l'emploi de mesures dans lesquelles figuraient des absorptions dans du verre et du silicate.

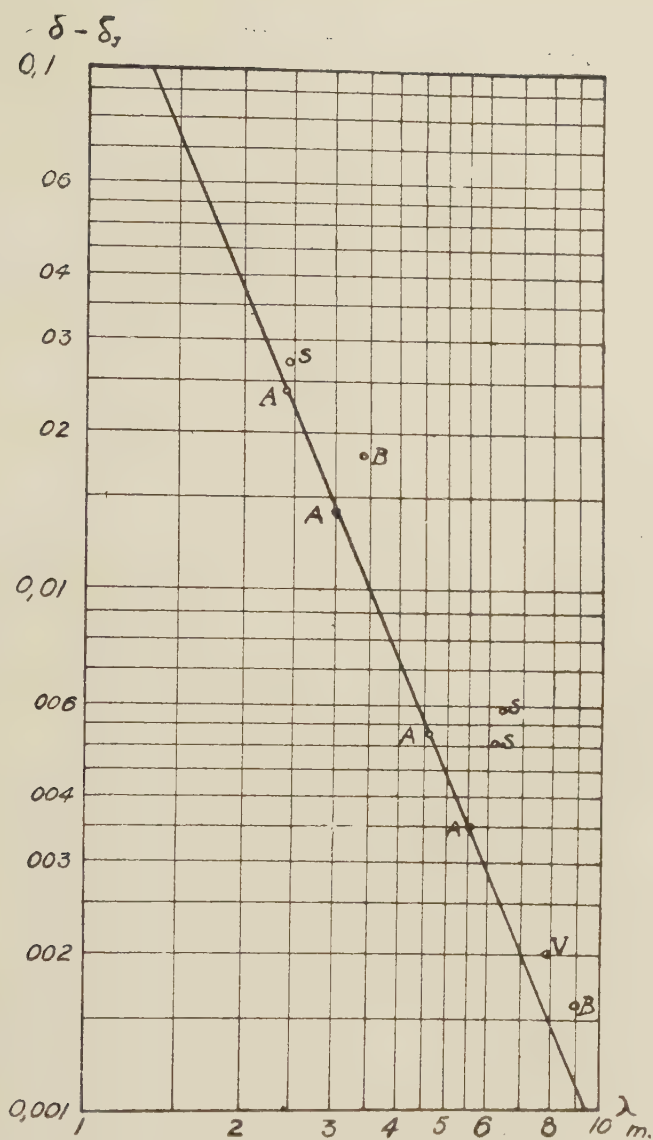


Figure 4

Tracé logarithmique

- | | |
|-------------------------------|----------------------------------|
| A Résonateur dans l'air. | Mastic de Golaz sur les fils. |
| S Résonateur dans l'air. | Silicate sur les fils. |
| V Résonateur dans l'air. | Fils de verre entre les plaques. |
| B Résonateur dans la benzine. | Silicate sur les fils. |

décrément. Il est vrai que le décrément tel qu'il est calculé augmente avec le couplage, comme le montre les mesures suivantes prises avec un résonateur dont la longueur d'onde était de 302,5 c/m, mais cette augmentation peut être attribuée entièrement à l'instabilité croissante des oscillations.

M = 0,45	$\delta - \delta_f = 0,0141$
0,49	0,0139
1,01	0,0149
1,08	0,0165

Lorsqu'on augmente le couplage, les points obtenus tombent moins bien sur une courbe uniforme. Les mesures de longueur d'onde deviennent plus difficiles à cause de sauts brusques dans la période des oscillations quand on accorde la ligne. Quand le couplage devient trop fort il devient impossible de faire osciller l'oscillateur sur la longueur d'onde de résonance. Si, en partant d'une longueur d'onde inférieure à la résonance, on retire lentement le fil en U, la longueur d'onde croît d'abord régulièrement, puis, subitement, passe à une longueur d'onde supérieure. La déviation maxima de l'électromètre ne correspond pas au sommet de la courbe, et, si l'on double l'ordonnée correspondante pour obtenir λ_1 et λ_2 , on en déduit des valeurs trop grandes pour δ .

Mesures dans les liquides.

En plongeant le résonateur dans un liquide on augmente les capacités dans le rapport k , et par conséquent la longueur d'onde dans le rapport $\sqrt{k} = n$. Le rapport des longueurs d'ondes du même résonateur dans le liquide et dans l'air donne donc l'indice de réfraction du milieu. Les longueurs

d'ondes doivent être celles prises avec l'électromètre enlevé en constatant la réaction sur l'oscillateur, ou en faisant la correction convenable pour la capacité de l'électromètre.

Liquide	Temp.	λ air	λ liquide	n	k
		cm	cm		
Benzine	14° C	229,4	330,5	1,441	2,07
—	14	405,3	607,1	1,498	2,24
—	10,2	004,7	003,0	1,405	2,23
Eau distillée	18	311,3	2606,5	8,37	70,0
Alcool Amylique	18	348,9	1346,8	3,86	14,8

La valeur de l'indice de la benzine mesurée à la petite longueur d'onde est probablement trop petite à cause que, les

Milieu	λ	9020 $\lambda^{-2.35}$	$\delta-\delta_j$	α	$\frac{g \text{ en mho}}{\text{cm}} \times 10^{-6}$	M
	cm					
Air.	242,4	0,0240	0,0273	»	»	0,8
Benzine.	339,4	0,0109	0,0180	»	»	2,8
Air.	608,7	0,0028	0,0051	»	»	0,9
Benzine.	902,7	0,0011	0,0016	»	»	0,6
Air.	311,3	0,0133	0,0185	»	»	1,6
Eau distillée.	2006,5	0,0001	0,048	0,00127	6,78	17,5
0,0001 N KCl	2606	0,0001	0,084	0,00220	12,0	17,5
0,001 N KCl	2616	0,0001	0,39	0,0105	55	65
0,01 N KCl.	2570	0,0001	0,76	0,020	110	116
Air.	348,9	0,0102	0,0270	»	»	1,5
Alc. Amylique.	1346,8	0,0001	0,257	0,00284	15,1	51

plaques du condensateur étant très écartées (environ 6 m/m), une partie importante des lignes de force passaient alors hors du vase contenant la benzine.

Celui-ci étant petit par rapport à la longueur d'onde, le rayonnement est égal à celui d'un résonateur dans l'air dont la capacité serait kC . Si le milieu diélectrique était infini, les équations de Maxwell montrent que le décrétement serait le même que celui du même résonateur dans l'air.

C'est probablement parce que les dimensions du résonateur ne sont plus négligeables vis-à-vis de la longueur d'onde que le décrétement trouvé dans la benzine à la petite longueur d'onde est aussi grand. Dans toutes les mesures données, il y a une absorption dans le silicate, dont l'emploi était rendu obligatoire par la solubilité des mastics isolants dans la benzine et l'alcool amylique.

L'eau, les solutions de chlorure de potassium, et l'alcool amylique ont été trouvées absorbants. Leurs conductivités calculées d'après la formule

$$g = \frac{x}{2 \pi c} \times 10^9 \quad \text{mho/cm}$$

concordent avec les valeurs données dans les tables de constantes, sauf pour les solutions trop concentrées (centi- et milli-normales de chlorure de potassium). Les courbes obtenues dans ces derniers cas étaient d'ailleurs très incertaines à cause des forts couplages nécessaires pour obtenir des différences de potentiel mesurables.

NOTE

On peut calculer théoriquement le rayonnement du résonateur en supposant les diamètres des fils et des plaques infiniment petites, et on trouve ainsi pour le décrément

$$\delta_H = 18700 \lambda^{-3}$$

ce qui, pour

$$\lambda = 243,6 \text{ c/m}$$

donne

$$\delta_H = 0,0013$$

valeur vingt fois plus petite que celle que nous avons trouvée expérimentalement.

RÉSUMÉ

Du tracé, d'après les résultats d'expériences, de la courbe de résonance d'un résonateur fermé on peut déduire la longueur d'onde λ et le décrétement logarithmique δ de ses oscillations libres, et on peut séparer la partie δ_J du décrétement due à l'effet Joule. Nous avons de cette façon étudié la variation de la partie δ_H due au rayonnement pour un résonateur dont la self était constante et la capacité variable, et nous avons trouvé la loi :

$$\delta_H = 9650 \lambda^{-2,35}$$

Si on prend les mêmes mesures avec le résonateur plongé dans un liquide, on peut en déduire l'indice de réfraction et le coefficient d'absorption du liquide ; d'où, si il n'y a pas d'absorption anormale, la constante diélectrique et la conductivité. Nous avons appliqué cette méthode à la benzine, à l'eau distillée, aux solutions de chlorure de potassium, et à l'alcool amylique. A moins d'employer des oscillateurs plus puissants que nous n'avons pu le faire, cette méthode devient inapplicable pour des conductivités supérieures à 1/20000 mho par centimètre.

DEUXIÈME THÈSE

Proposition donnée par la Faculté :
THÉORIE DES SPECTRES DE L'HYDROGÈNE
ET DE L'HÉLIUM

VU ET APPROUVÉ :
Nancy, le 29 Octobre 1924.

Le Doyen,
P. PETIT.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :
Nancy, le 29 Octobre 1924.

Le Recteur de l'Académie de Nancy,
Ch. ADAM,
Membre de l'Institut.

NANCY - SOCIÉTÉ D'IMPRESSIONS TYPOGRAPHIQUES

